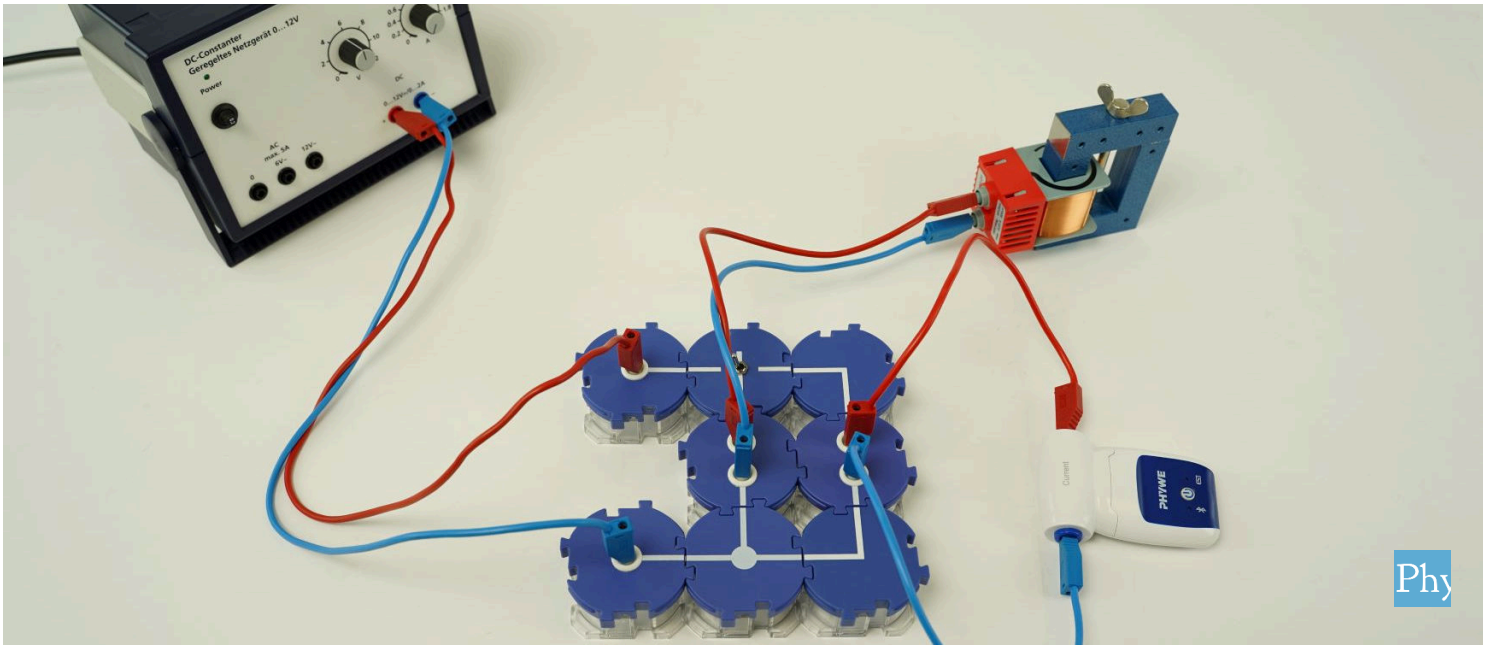
Die Selbstinduktion beim Ausschaltvorgang mit Cobra SMARTsense



Physik > Elektrizität & Magnetismus > Elektromagnetismus & Induktion

Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
leicht	2	10 Minuten	20 Minuten

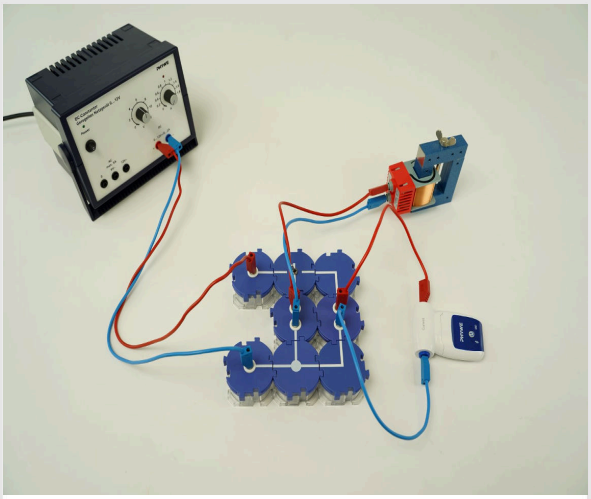
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE
excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science



Versuchsaufbau

Stromdurchflossene Spulen besitzten ein Magnetfeld, welches nach dem Schließen des Gleichstromkreises erst aufgebaut und nach dem Öffnen des Stromkreises abgebaut werden muss. Dadurch entsteht jeweils eine Selbstinduktionsspannung.

Die Selbstinduktionsspannung wirkt nach dem Lenz'schen Gesetz ihrer Ursache stets entgegen. Es gilt: $U_i = -L \cdot (\mathrm{d}I/\mathrm{d}t)$ mit dem Selbstinduktivität L, mit der Einheit Henry $(1\,H = 1\,\Omega s)$.

Anwendung findet dieses Prinzip beispielsweise als Dämpfer in der elektrischen Messtechnik. Weitere Anwendungsbeispiele der Induktion sind beispielsweise Ladestationen oder Induktionsherde.

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE excellence in science

Vorwissen

Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen und nachvollziehen können. Sie sollten wissen, dass in einer Spule eine Spannung induziert wird, solange sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert. Sie sollten Elektromagneten kennen und daher auch wissen, dass eine stromdurchflossene Spule ein Magnetfeld besitzt und wovon die Stärke des Magnetfeldes abhängig ist.

Prinzip

Die Selbstinduktion ist eine Eigenschaft elektrischer Stromkreise oder Bauelemente, insbesondere von Spulen. Die Selbstinduktivität eines Stromkreises setzt die zeitliche Änderungsrate des elektrischen Stroms mit der elektrischen Spannung in Beziehung. Sowohl beim Ein- als auch Ausschalten wird der Änderung entgegengewirkt und somit eine Verzögerung der Änderung bewirkt.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE excellence in science

Lernziel

Die Schüler sollen mit dem vorgesehenen Versuch erkennen, dass beim Ausschalten eine Selbstinduktionsspannung entsteht, die dem Abfallen des Stromes entgegenwirkt. Außerdem sollen sie erkennen, dass diese entstehenden Spannungen mitunter sehr hoch sind.

Aufgaben

Der erste Versuch, bei dem der Selbstinduktionsstrom gemessen wird, könnte den Charakter eines Bestätigungsversuches annehmen, falls die Schüler sein Ergebnis aufgrund ihrer Kenntnisse über das Induktionsgesetz und das Lenzsche Gesetz voraussagen können.

Der zweite Versuch soll darüber hinaus zeigen, dass die Selbstinduktionsspannung Werte annehmen kann, die die ursprüngliche Spannung um ein Vielfaches übertreffen.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

Beim ersten Versuch muss der Lehrer gegebenfalls darauf hinweisen, dass das Umschalten in Stellung 2 nicht zu langsam erfolgt. Langsames Umschalten kann dazu führen, dass das Magnetfeld über den Öffnungsfunken bereits weitgehend zusammengebrochen ist, bevor der Selbstinduktionsstrom durch den Strommesser fließen kann.

Der Lehrer sollte vor Beginn des zweiten Versuches auf die Zünd- und Betriebsspannung der zur Verfügung stehenden Glimmlampe eingehen und gegebenfalls die Zündspannung in einem Vorversuch demonstrieren. Dazu wird eine Reihenschaltung aus der Glimmlampe und einem Widerstand von $100\ k\Omega$ aufgebaut und eine Gleichspannung angelegt, die - bei $0\ V$ beginnend - langsam bis zum Zünden der Glimmlampe erhöht wird. Als Stromquelle kann z.B. das Netzgerät $0...600\ V$ (Best.-Nr. 13672-93) eingesetzt werden. Hohe Selbstinduktionsspannungen bei Ausschaltvorgängen können unter Umständen zur Beschädigung technischer Schaltsysteme und elektronischer Bauelemente führen. Das muss durch geeignete Maßnahmen, z.B. durch Parallelschalten von Kondensatoren, verhindert werden.

Sicherheitshinweise

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE excellence in science

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE excellence in science

Induktionsherd

Induktion ist ein Prinzip das vielseitig in elektrischen Geräten angewendet wird. Daher begegnet man diesem Phänomen im Alltag oft ohne sich dessen bewusst zu sein.

Das offensichtlichste Beispiel bei dem Induktion stattfindet ist der Induktionsherd. Hier wird mithilfe von Wirbelströmen der auf dem Herd stehende Topfboden erwärmt. Ein weiteres Beispiel, bei dem Induktion eine Rolle spielt, ist das kabellose Laden. Dabei wird durch ein zeitlich veränderliches Magnetfeld ein elektrisches Feld induziert, welches wiederum einen Strom erzeugt.

In diesem Experiment lernst du, was es mit der Selbstinduktion einer Spule auf sich hat und welche Auswirkung dies auf einen Stromkreis hat.

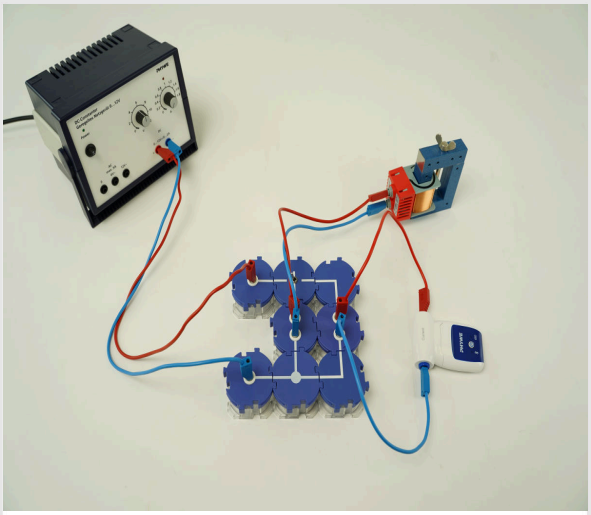
PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgaben



Versuchsaufbau

Welche Wirkung hat eine Spule beim Ausschaltvorgang?

Untersuche, welche Richtung die Selbstinduktionsspannung hat, die beim Öffnen eines Gleichstromkreises in einer Spule entsteht.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
2	Cobra SMARTsense - Current, ± 1 A (Bluetooth + USB)	12902-01	1
3	Schüler - Eisenkern, U-förmig, geblättert	07832-00	1
4	Schüler - Eisenkern, I-förmig, geblättert	07833-00	1
5	Spule, 1600 Windungen	07830-01	1
6	Spannschraube für Schüler - Eisenkern	07834-00	1
7	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
8	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	2
9	Umschalter, SB	05602-02	1
10	Ausschalter, SB	05602-01	1
11	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	1
12	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	4
13	Leitungs-Baustein, T-förmig, SB	05601-03	2
14	Lampenfassung E10, SB	05604-00	1
15	Glimmlampe, 110 V AC, E 10	07506-90	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
17	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
18	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
19	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
20	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (1/2)

PHYWE excellence in science

Zur Messung der Stromstärke wird der Cobra SMARTsense und die measureAPP benötigt. Die App kann im App Store kostenlos heruntergeladen werden - QR-Codes siehe unten. Kontrolliere, ob an deinem Gerät (Tablet, Smartphone) Bluetooth aktiviert ist.

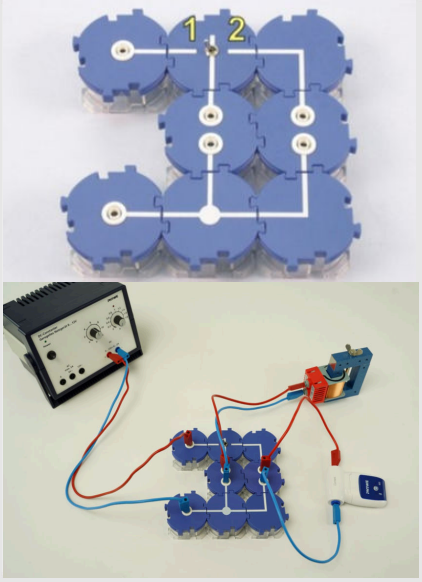
measureAPP für Android Betriebssysteme

measureAPP für iOS Betriebssysteme

measureAPP für Tablets / PCs mit Windows 10

Aufbau (2/2)

PHYWE excellence in science



- Versuch den Abbildungen entsprechend aufbauen.
- Spule auf den U-Kern setzen.
- U-Kern und Joch mit der Spannschraube fest aufeinander pressen.
- Der Umschalter soll zunächst die Stellung 1 haben.

PHYWE excellence in science

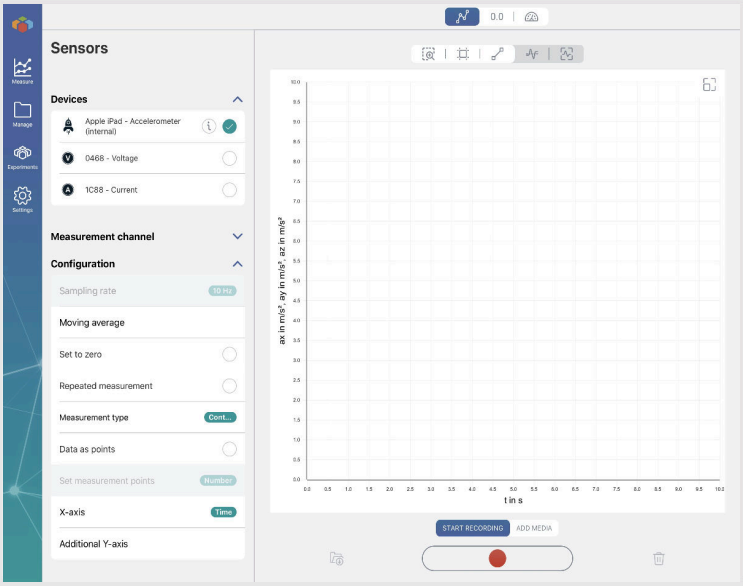
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (1/3)

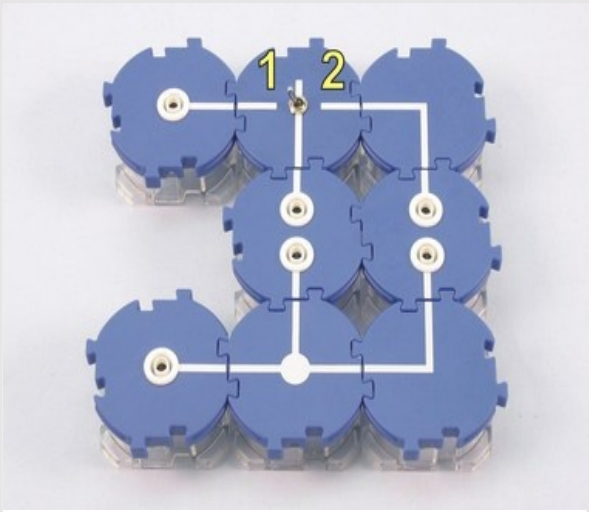
PHYWE excellence in science



- Schalte den SMARTsense-Sensor durch längeres Drücken der Einschalttaste ein und stelle sicher, dass das Tablet sich mit Bluetooth Geräten verbinden kann.
- Öffne die PHYWE measure App und verbinde den Sensor unter "Measure" > "Sensor" und wähle anschließend den Sensor "Current" aus (oben links).
- Nach jeder der folgenden Messungen kann die Messung gespeichert werden. Zur weiteren Analyse kann die Messung jederzeit unter "Meine Messungen" wieder geöffnet werden.

Durchführung (2/3)

PHYWE excellence in science

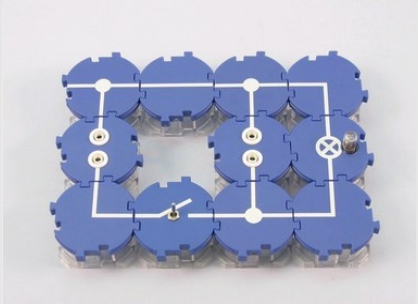


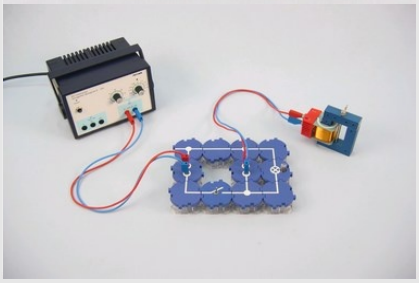
Schalterstellungen

- Netzgerät einschalten und Gleichspannung 10 V einstellen.
- Starte eine Messung in der measureAPP. Umschalter in Stellung 2 bringen und damit den linken Stromkreis öffnen und den rechten Stromkreis schließen. Stromverlauf beobachten. Das Umschalten von Stellung 1 auf Stellung 2 sollte möglichst schnell sein.
- Wiederholt Umschalter betätigen und Beobachtung am Strommesser im Protokoll notieren.
- Netzgerät ausschalten.

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (3/3)





- Den Versuch den Abbildungen entsprechend umbauen.
- Netzgerät einschalten und wieder Gleichspannung 10 V einstellen. Schalter schließen.
- Schalter öffnen und dabei die Glimmlampe beobachten.
- Schalter wiederholt schließen und öffnen, Glimmlampe beobachten und Beobachtung im Protokoll notieren.
- Netzgerät ausschalten.

PHYWE excellence in science

Protokoll

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Beobachtungen

PHYWE excellence in science

Beschreibe deine Beobachtungen zur Durchführung (1/2).

Beschreibe deine Beobachtungen zur Durchführung (2/2).

Aufgabe 1

PHYWE excellence in science

Welche Aussage lässt sich aus der Beobachtung beim 1. Versuch über die Richtung des Selbstinduktionsstromes und damit auch der Selbstinduktionsspannung beim Ausschaltvorgang machen?

- Die Selbstinduktionsspannung beim Ausschaltvorgang ist dem beim Einschaltvorgang entgegengesetzt und wirkt somit in die selbe Richtung wie die angelegte Spannungsquelle
- Die Selbstinduktionsspannung beim Ausschaltvorgang ist dem beim Einschaltvorgang entgegengesetzt und wirkt somit entgegengesetzt der angelegten Spannungsquelle.
- Die Selbstinduktionsspannung beim Ausschaltvorgang ist gleich der Richtung beim Einschaltvorgang und wirkt somit in die selbe Richtung wie die angelegte Spannungsquelle.

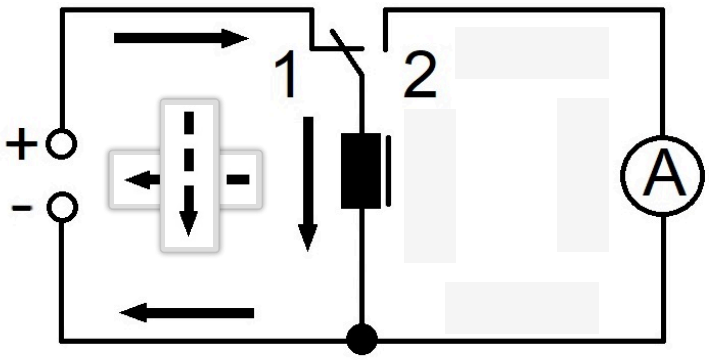
PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 2



Überlege dir in welche Richtung der Selbstinduktionsstrom beim Ausschaltvorgang fließt. Ziehe die Pfeile für den Induktionsstrom in die richtigen Felder!

Richtung des ursprünglichen Spulenstromes.

Richtung des Selbstinduktionsstromes.

Aufgabe 3

Welche Aussage über die Höhe der Selbstinduktionsspannung folgt aus der Beobachtung beim 2. Versuch? Vergleiche die angelegte Spannung mit der Zündspannung der Glimmlampe!

- ○ Die Selbstinduktionsspannung ist so hoch, dass die Glühlampe glüht. Das heißt, dass die Selbstinduktionsspannung mindestens der Differenz der angelegten Spannung und der Zündspannung entsprechen muss.
- ○ Die Selbstinduktionsspannung ist so hoch, dass die Glühlampe glüht. Das heißt, dass die Selbstinduktionsspannung mindestens dem Quotienten der angelegten Spannung und der Zündspannung entsprechen muss.
- ○ Aus dem Vergleich der angelegten Spannung und der Zündspannung lässt sich keine Schlussfolgerung für die Selbstinduktionsspannung ziehen.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 4

PHYWE excellence in science

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Die Selbstinduktionsspannung beim Einschaltvorgang wirkt der angelegten Spannung _____. Die Spannung beim Ausschaltvorgang wirkt der Lenz'schen Regel entsprechend _____. Hierbei entsteht eine sehr _____. Dies muss bei Schaltungen mit empfindlichen Bauelementen bedacht werden.

entgegen
verstärkend
hohe Spannung

Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 18: Richtung des Selbstinduktionsstroms	0/1
Folie 19: Schaltung	0/4
Folie 20: Höhe der Selbstinduktionsspannung	0/1
Folie 21: Zusammenfassung	0/3

Gesamtsumme 0/9

Lösungen | Wiederholen | Text exportieren

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de